

麗台國際有限公司

Lead Taiwan International Corporation

台中市台灣大道二段 285 號 20F

TEL : 886-423232026 , Website : www.ltic.com.tw ,

Email : salestw@ltic.com.tw



文件序號：T2020263

技術類別：《齒輪應用》

技術類別	齒輪應用
篇名	各形式行星齒輪速比計算
重點	各形式行星齒輪速比計算
產出日期	2020/05/19
資料來源	日本 KHK / 台灣昭源提供 麗台國際有限公司整理



問：

請問行星齒輪機構有哪些種類？

各種類的速比計算公式為何？

敬請說明，謝謝！

答：

行星齒輪機構

最基本的行星齒輪機構如圖 1 所示。由太陽齒輪 A，行星齒輪 B，內齒輪 C，支架 D 這四個基本要素所組成。這種行星齒輪機構有，入力軸與出力軸可以配置在同一軸線上，使用二個(或以上)行星齒輪以分擔負荷等好處，因而可以使整個裝置結構緊實，這些都是它的優點。

但是另一方面，會有構造比較複雜，內齒輪的干涉等，較難應付的問題發生。

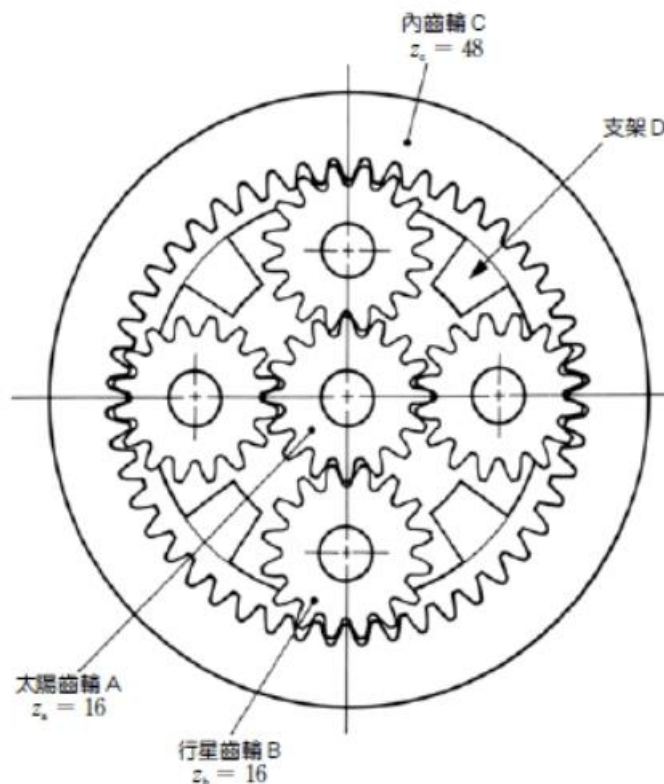


圖 1 的行星齒輪機構被稱為 2K-H 型，太陽齒輪和內齒輪及支架有相同的中心軸線。



(1) 行星齒輪機構的齒數條件

此機構中太陽齒輪 A (z_a)，行星齒輪 B (z_b)，內齒輪 C (z_c) 的齒數以及行星齒輪的個數 N 之間要滿足下列的三個條件。

條件 1
$$z_c = z_a + 2z_b \quad (1)$$

這是維持中心距離相等的必要條件。(中心距離條件)

此條件是針對標準齒輪而言，如果採用轉位齒輪，其咬合中心距離能予以調整，亦可選擇不滿足此條件齒數的齒輪。

也就是說，太陽齒輪 A 和行星齒輪 B 與內齒輪 C 的中心距離 a_1, a_2 必須相等。

$$a_1 = a_2 \quad (2)$$

條件 2
$$\frac{z_a + z_c}{N} = \text{整數} \quad (3)$$

此為行星齒輪等配在太陽齒輪與內齒輪之間時的必要條件。(拘束咬合條件) 而當行星齒輪不等配時，則必須滿足(4)式的條件。

一般地說，行星齒輪 B 只要滿足下面的拘束咬合條件，就可以安裝。

$$\frac{(z_a + z_c)\theta}{180} = \text{整數} \quad (4)$$

其中 θ ：相鄰行星齒輪所對應圓心角的一半。

條件 3
$$z_b + 2 < (z_a + z_b) \sin \frac{180^\circ}{N} \quad (5)$$

這是在使用標準齒輪(全高齒)等配時，保證行星齒輪間不至於相互碰撞的必要條件。(外徑干涉條件)

若在其他的情況下，則需要滿足以下的條件：

$$d_{ab} < 2a_1 \sin \theta \quad (6)$$

其中 d_{ab} ：行星齒輪的齒頂圓直徑
 a_1 ：太陽齒輪和行星齒輪的中心距離

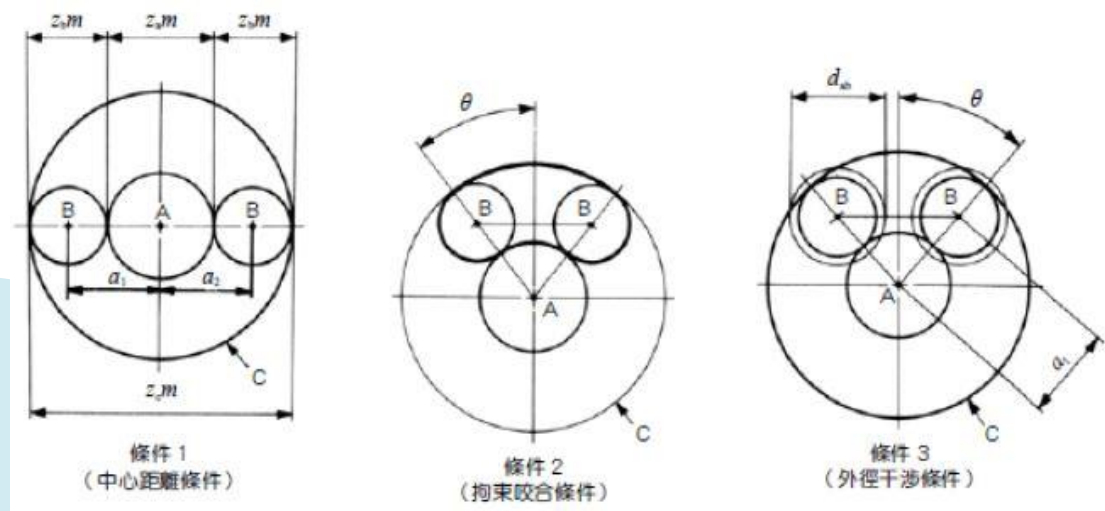


圖 2 選用齒輪的條件



除了滿足了上述三個條件外，還要考慮行星齒輪 B 與內齒輪 C 的咬合時所產生的：漸開線干涉、滾跡線干涉、脫離干涉，等干涉問題。也就是說，不能滿足所有的這些條件，行星機構就不能成立。

(2) 行星齒輪機構的轉速比

在行星機構中，若將固定元件改變，就能改變機構的轉速比及旋轉方向，如圖 3 所示。

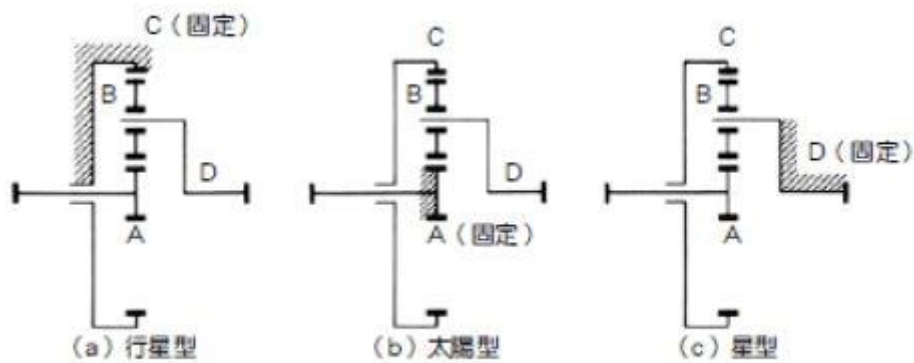


圖 3 行星齒輪機構的類型

(a) 行星型

行星型是內齒輪 C 為固定的行星機構。

在這個類型中，以太陽齒輪 A 為入力軸，支架 D 為出力軸。轉速比可根據數表法求出。如下所示。

行星型的轉速比計算

序號	說明	太陽齒輪 A z_a	行星齒輪 B z_b	內齒輪 C z_c	支架 D
1	支架 D 固定， 太陽齒輪 A 旋轉一周	+1	$-\frac{z_a}{z_b}$	$-\frac{z_a}{z_c}$	0
2	全體膠黏一體後， 轉動 $\frac{z_a}{z_c}$ 周	$+\frac{z_a}{z_c}$	$+\frac{z_a}{z_c}$	$+\frac{z_a}{z_c}$	$+\frac{z_a}{z_c}$
3	合計 (1)+(2)	$1+\frac{z_a}{z_c}$	$\frac{z_a}{z_c} - \frac{z_a}{z_b}$	0 (固定)	$+\frac{z_a}{z_c}$

序號 2 的作用是為了抵銷內齒輪 C 的轉速，讓其最後結果為 0(內齒輪 C 為固定)。

$$\text{行星轉速比} = \frac{\frac{z_a}{z_c}}{1+\frac{z_a}{z_c}} = \frac{1}{\frac{z_c}{z_a}+1} \quad (7)$$



入力軸與出力軸旋轉方向一致(轉速比為正值)。

例如： $z_a = 16, z_b = 16, z_c = 48$ ，轉速比為 $=1/4$ 。

(b) 太陽型

太陽型是太陽齒輪 A 為固定的行星機構。

當入力軸為內齒輪 C，出力軸為支架 D 時，轉速比求法如下表所示。

太陽型的轉速比計算

序號	說明	太陽齒輪 A z_a	行星齒輪 B z_b	內齒輪 C z_c	支架 D
1	支架 D 固定， 太陽齒輪 A 旋轉一周	+1	$-\frac{z_a}{z_b}$	$-\frac{z_a}{z_c}$	0
2	全體膠黏一體後， 轉動一周	-1	-1	-1	-1
3	合計 (1)+(2)	0 (固定)	$-\frac{z_a}{z_b} - 1$	$-\frac{z_a}{z_c} - 1$	-1

序號 2 的作用是為了抵銷太陽齒輪 A 的轉速，讓其最後結果為 0(太陽齒輪 A 為固定)。

$$\text{行星轉速比} = \frac{-1}{-\frac{z_a}{z_c} - 1} = \frac{1}{\frac{z_a}{z_c} + 1} \quad (8)$$

入力軸與出力軸的旋轉方向相同(轉速比為正值)。

例如： $z_a = 16, z_b = 16, z_c = 48$ ，轉速比 $=1/1.33333$

(c) 星型

星型是支架 D 為固定的行星機構。

在星型機構中，行星齒輪有自轉沒有公轉。嚴格說來，星型行星齒輪機構不能說是行星機構。

當入力軸為太陽齒輪 A，出力軸為內齒輪 C 時的轉速比為：

$$\text{星型轉速比} = -\frac{z_a}{z_c} \quad (9)$$

也就是說，行星齒輪做為惰輪(空轉輪)使用，對轉速比不產生影響。

入力軸與出力軸的旋轉方向相反(轉速比為負值)。

例如，當 $z_a = 16, z_b = 16, z_c = 48$ ，轉速比為 $(-1/3)$ 。